Rechnerische Abbildung und Verifikation der Lebensdauerbelastungen eines Caravanchassis

Dr. K. Wilhelm, W. Hildensperger

AL-KO (Alois Kober GmbH), Kötz, Deutschland

Unsere Unternehmensbereiche

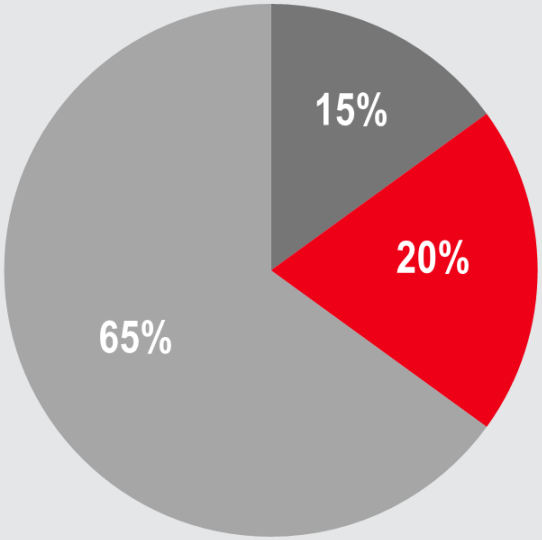
Fahrzeugtechnik

Garten + Hobby

Lufttechnik

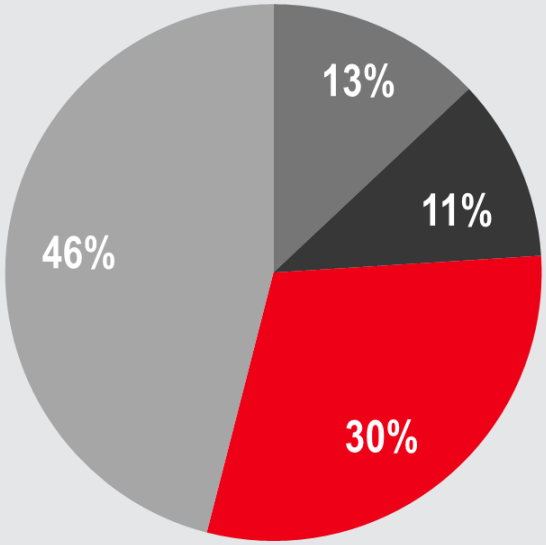
Umsätze

nach Bereichen



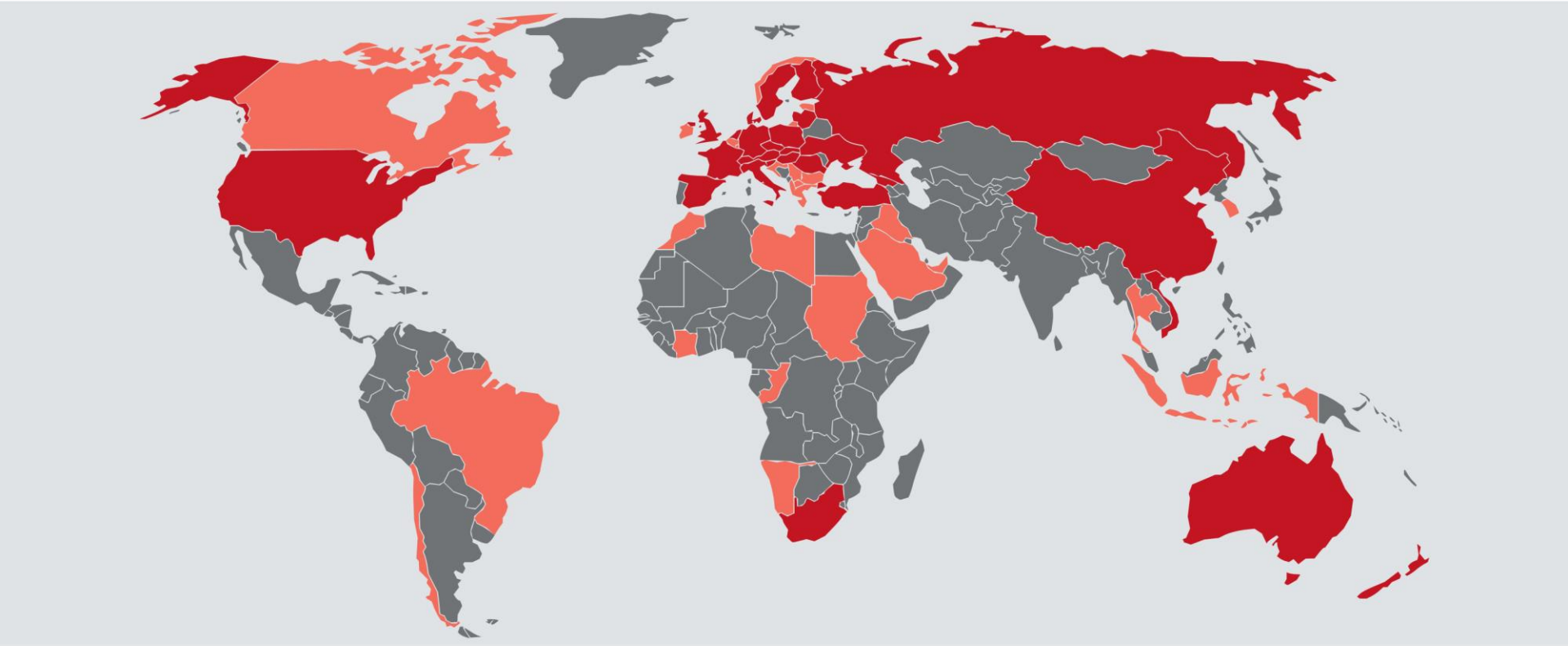
Fahrzeugtechnik
Lufttechnik
Garten + Hobby

nach Regionen



übriges Europa
übrige Welt
Nordamerika
Deutschland

Weltweit aktiv



AL-KO Standorte AL-KO Vertriebspartner

Weltweit vertreten mit insgesamt 4.200 Mitarbeitern

Rechnerische Abbildung und Verifikation der Lebensdauerbelastungen eines Caravanchassis

Inhalte

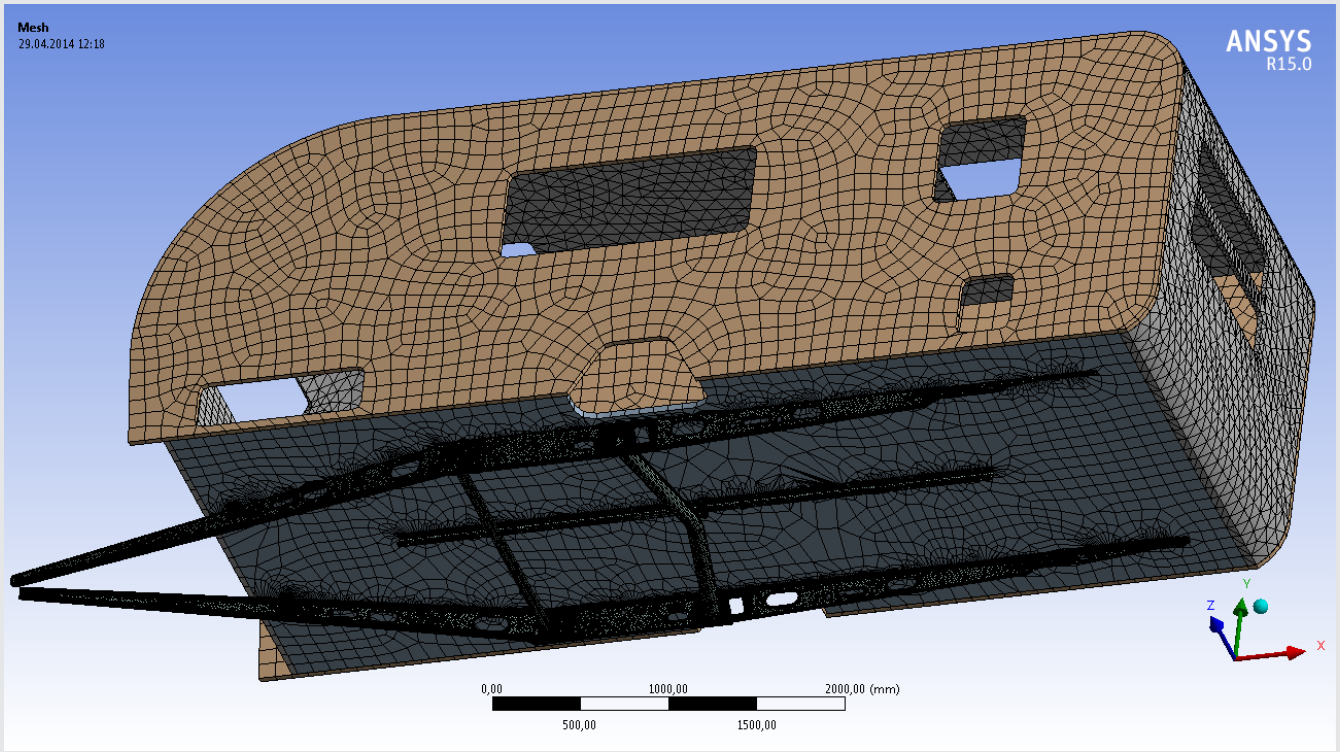
1. **Aufgabe / Ziele**
2. **FEM-Modell**
3. **Messungen der äußeren Lasten incl. Kontroll-DMS**
4. **nCode DesignLife**
5. **Vergleich quasistatische / dynamische Berechnung**
6. **Abgleich Messung / Simulation**
7. **Zusammenfassung**

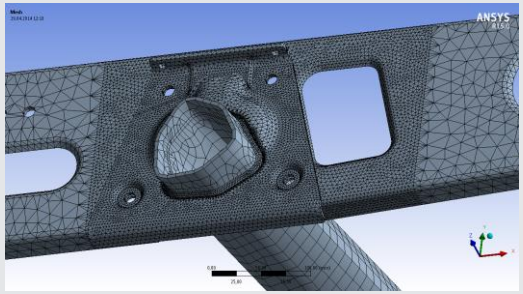
1. Aufgabe / Ziele

- Betriebsfestigkeitserprobung eines Caravanchassis ist verhältnismäßig teuer und zeitintensiv

- Rechnerische Methode für die Betriebsfestigkeitserprobung eines Caravanchassis
- Verwendung der Betriebslasten der Teststrecke
- Bewertung der Modellqualität

2. FEM-Modell des Versuchscaravans





- Linear elastisch
- Versuchscaravan, G_A=1700kg, Delta-Achse
- Aufbaumaße, Fenster / Türen / Ausschnitte lt. Versuchscaravan (CAD)
- Reale Massenverteilung (Zielgröße: Stützlast = 83kg / Radlast li = 812kg / re = 812kg)
- Aufbausteifigkeiten (Fussboden, Wände, Dach) basierend auf vorausgegangenen Hydropulserprüfungen

2. FEM-Modell des Versuchscaravans

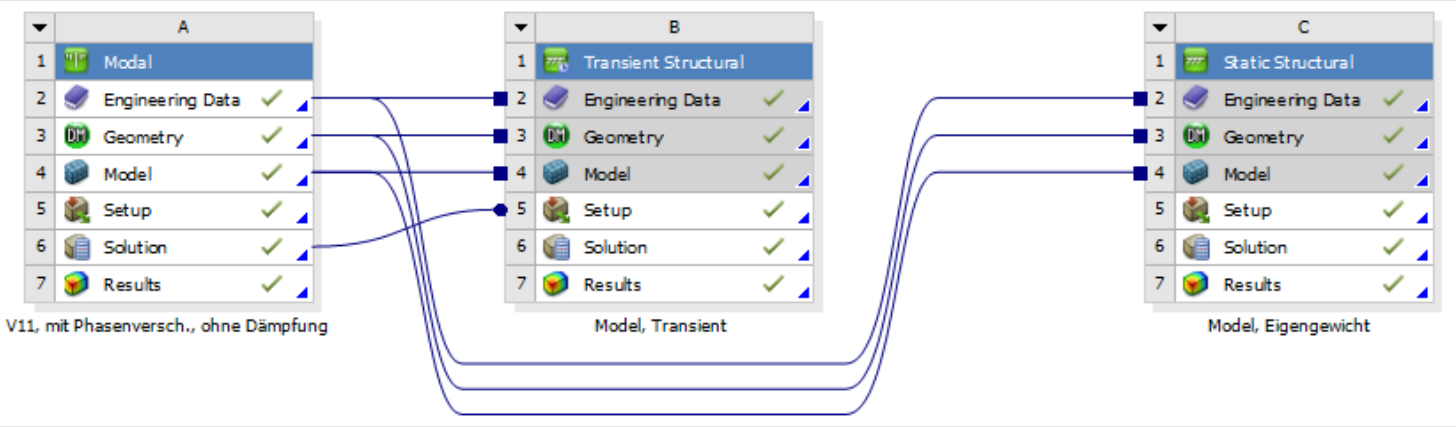
Lastfälle:

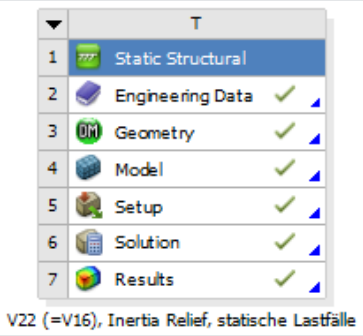
statisch

- Eigengewicht
- Modalanalyse (mit 3 Lagerstellen)
- Einheitslastfälle mit Inertia Relief (→ rst-File als Input für Desinglife)

dynamisch

- Modal transiente Superposition (→ rst-&mcf-File als Input für Designlife)

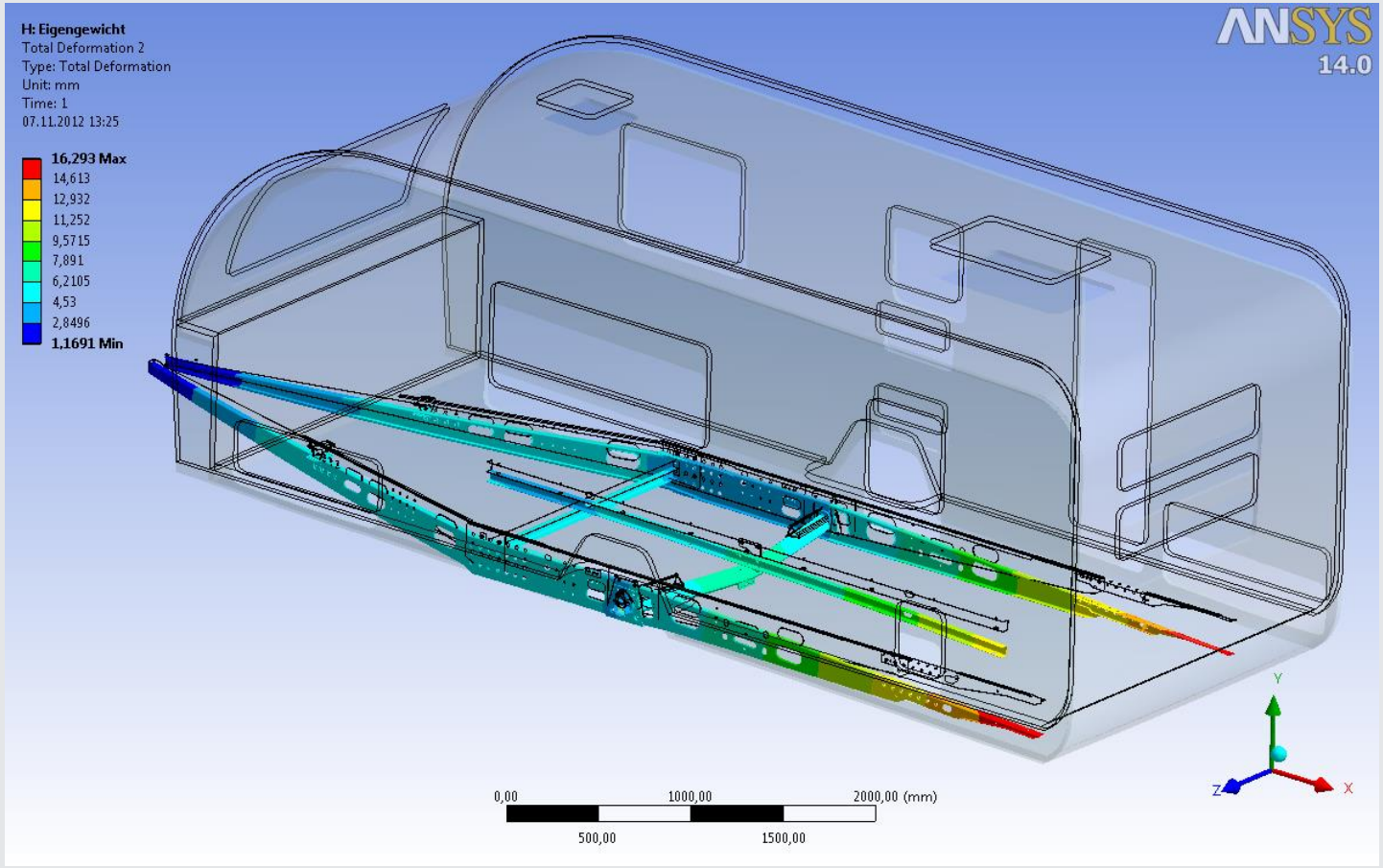




2. FEM-Modell des Versuchscaravans

Lastfall: ***Eigengewicht***

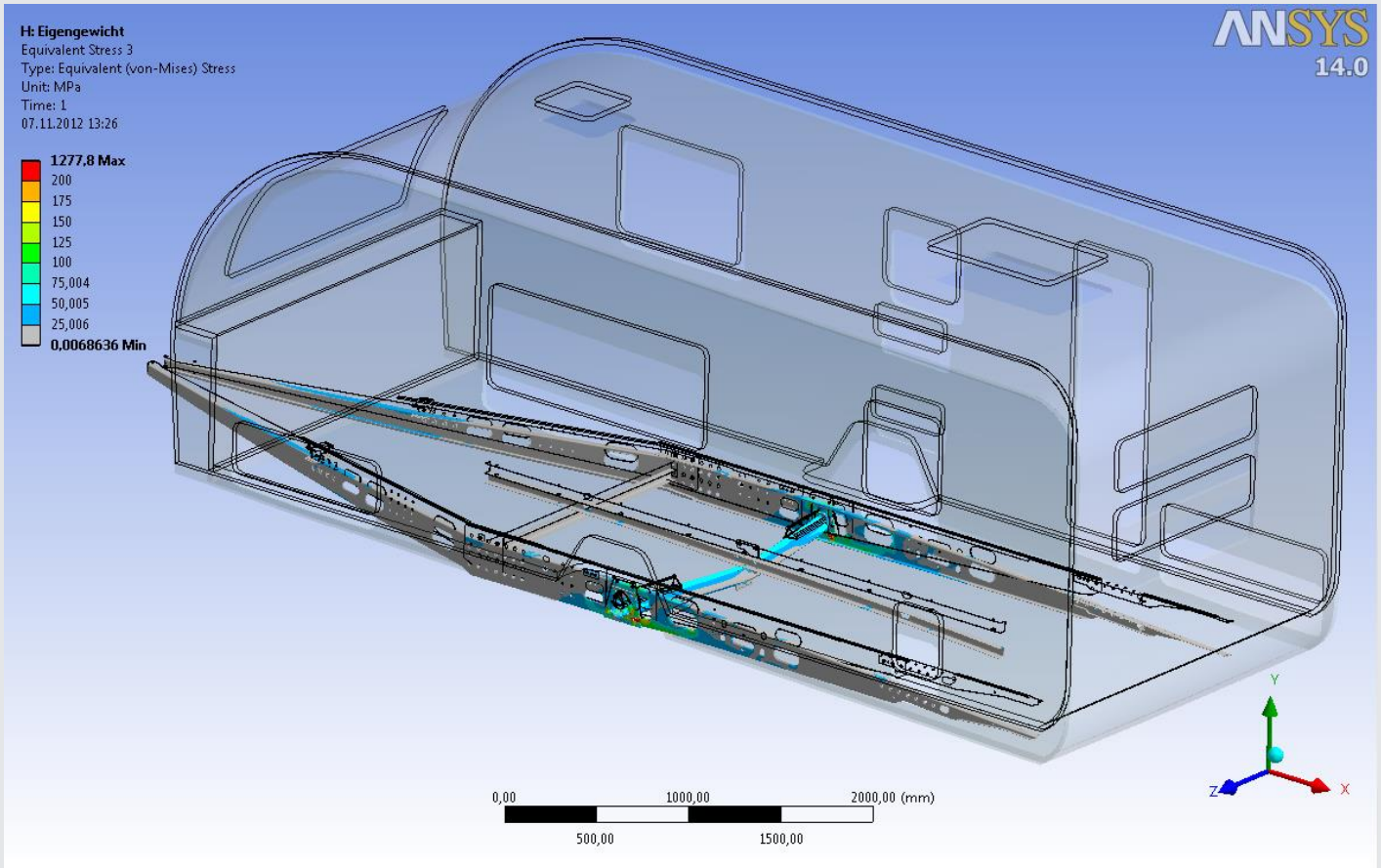
(Lagerung der Krafteinleitungsstellen Stützlast, Rad li / re)

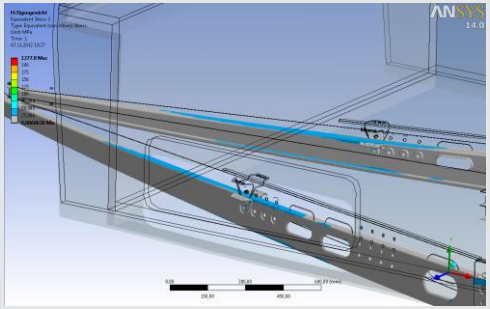


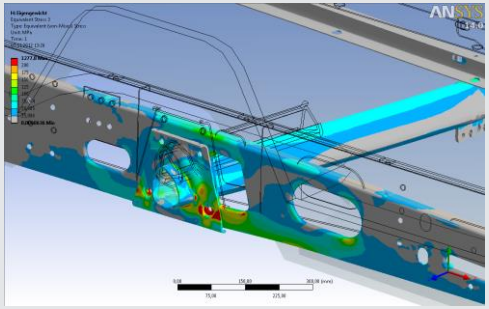
2. FEM-Modell des Versuchscaravans

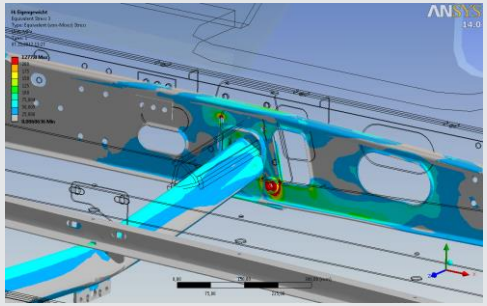
*Lastfall: **Eigengewicht***

(Lagerung der Krafteinleitungsstellen Stützlast, Rad li / re)









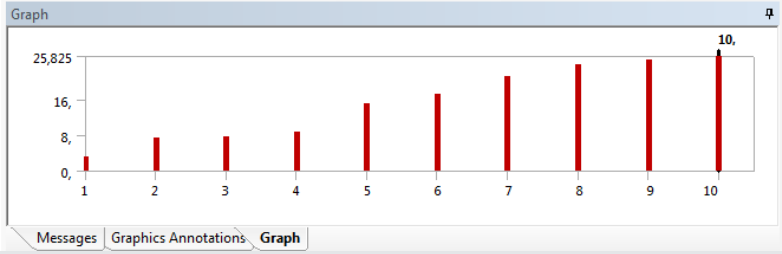
2. FEM-Modell des Versuchscaravans

AL-KO

Lastfall: ***Modalanalyse***

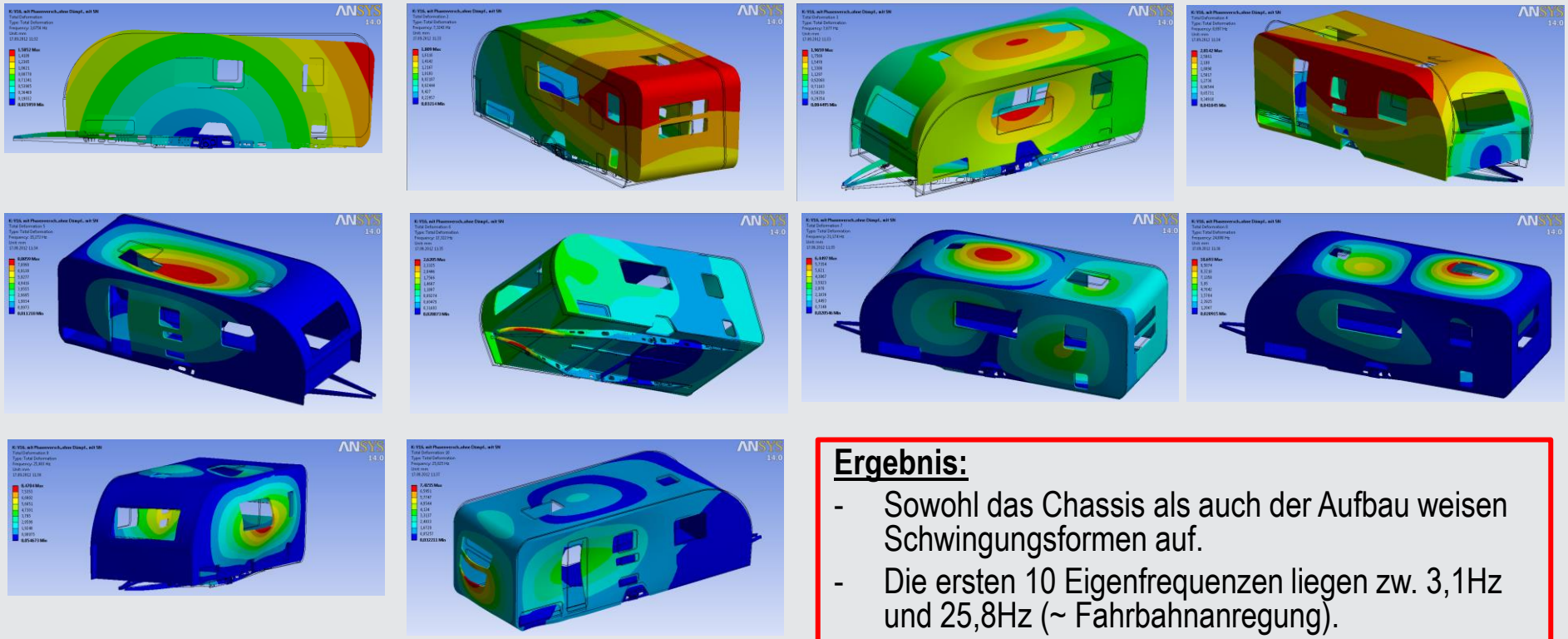
(Lagerung der Krafteinleitungsstellen Stützlast, Rad li / re)

→ *Eigenfrequenzen + Eigenformen*



Tabular Data

	Mode	Frequency [Hz]
1	1,	3,0756
2	2,	7,3243
3	3,	7,677
4	4,	8,897
5	5,	15,272
6	6,	17,322
7	7,	21,174
8	8,	24,088
9	9,	25,083
10	10,	25,825



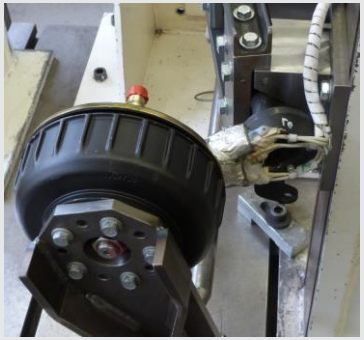
Ergebnis:

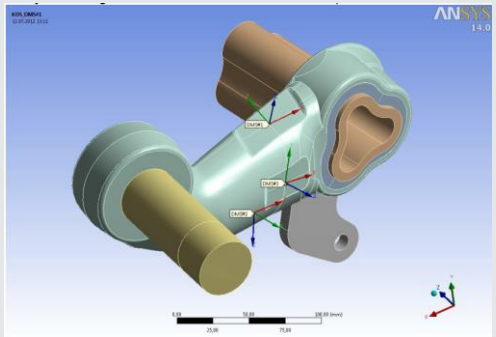
- Sowohl das Chassis als auch der Aufbau weisen Schwingungsformen auf.
- Die ersten 10 Eigenfrequenzen liegen zw. 3,1Hz und 25,8Hz (~ Fahrbahnanregung).

3. Messungen der äußeren Lasten

Kupplungskräfte: Messkugel (3K-Kraftsensor, Piezo)

Radaufstandskräfte: DMS-Schwinge

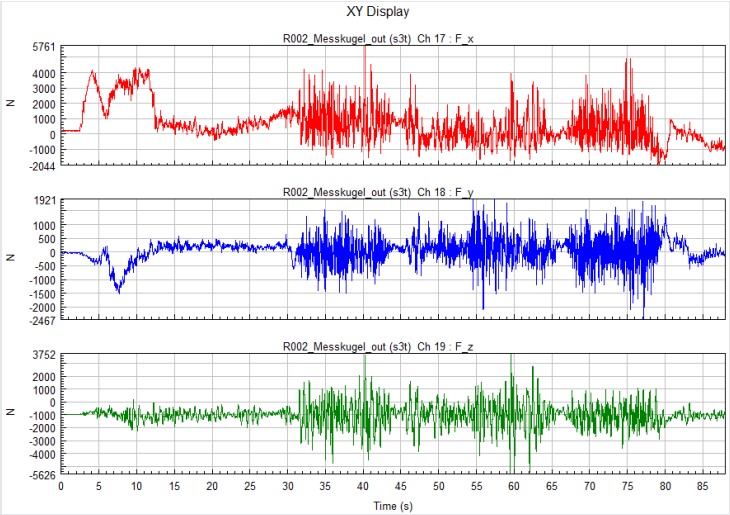




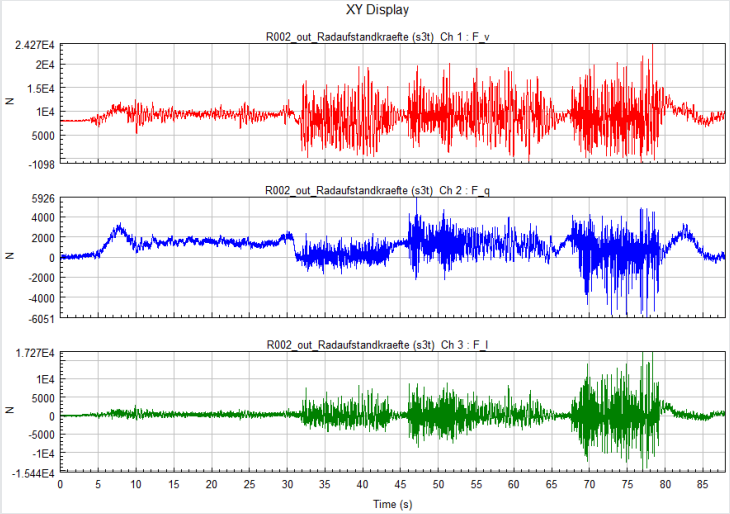
Chassis-DMS: DMS-Rosette im Achsbereich und an der Deichsel

3. Messungen der äußeren Lasten

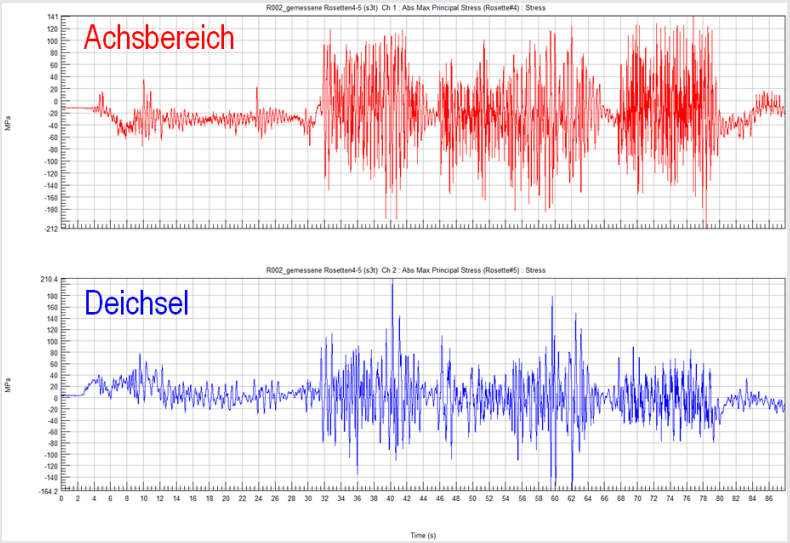
Kupplungskräfte:



Radaufstandskräfte:

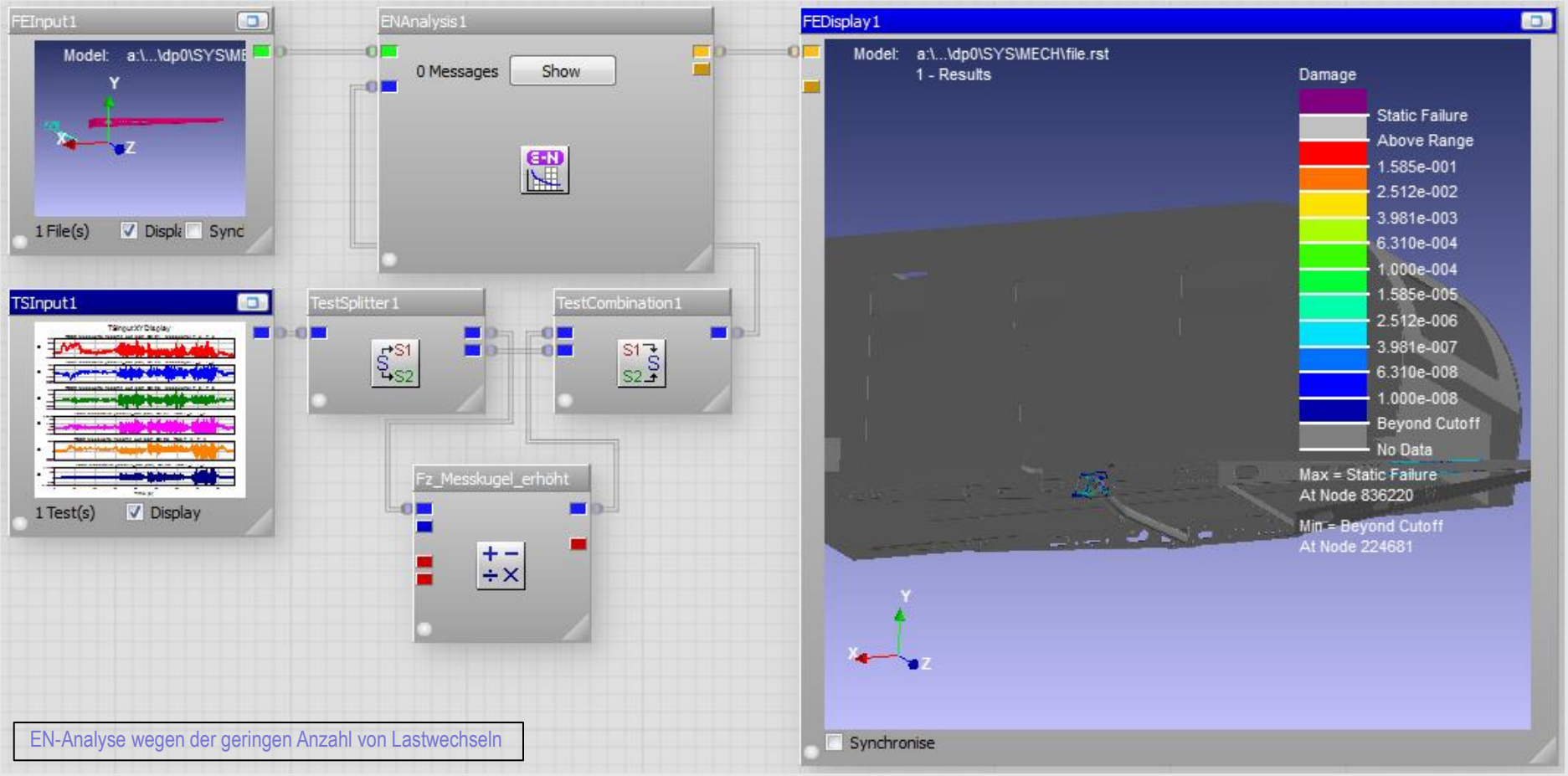


Chassis-DMS:



4. nCode Designlife

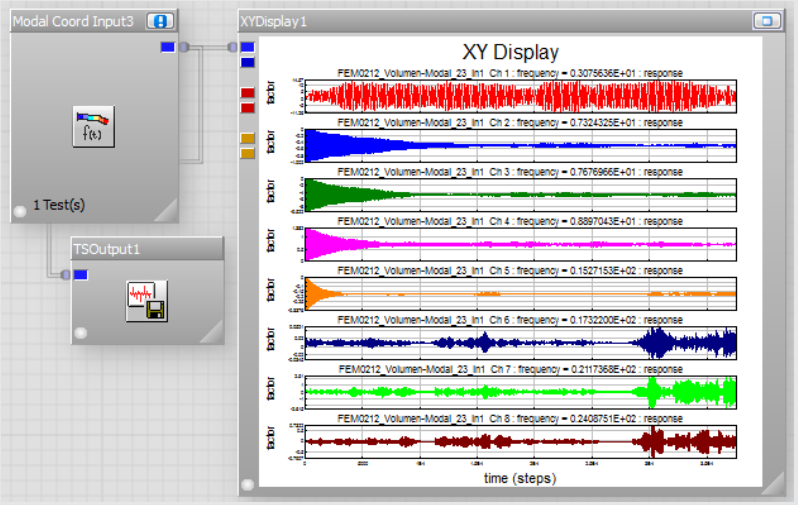
quasistatisch (Inertia Relief)

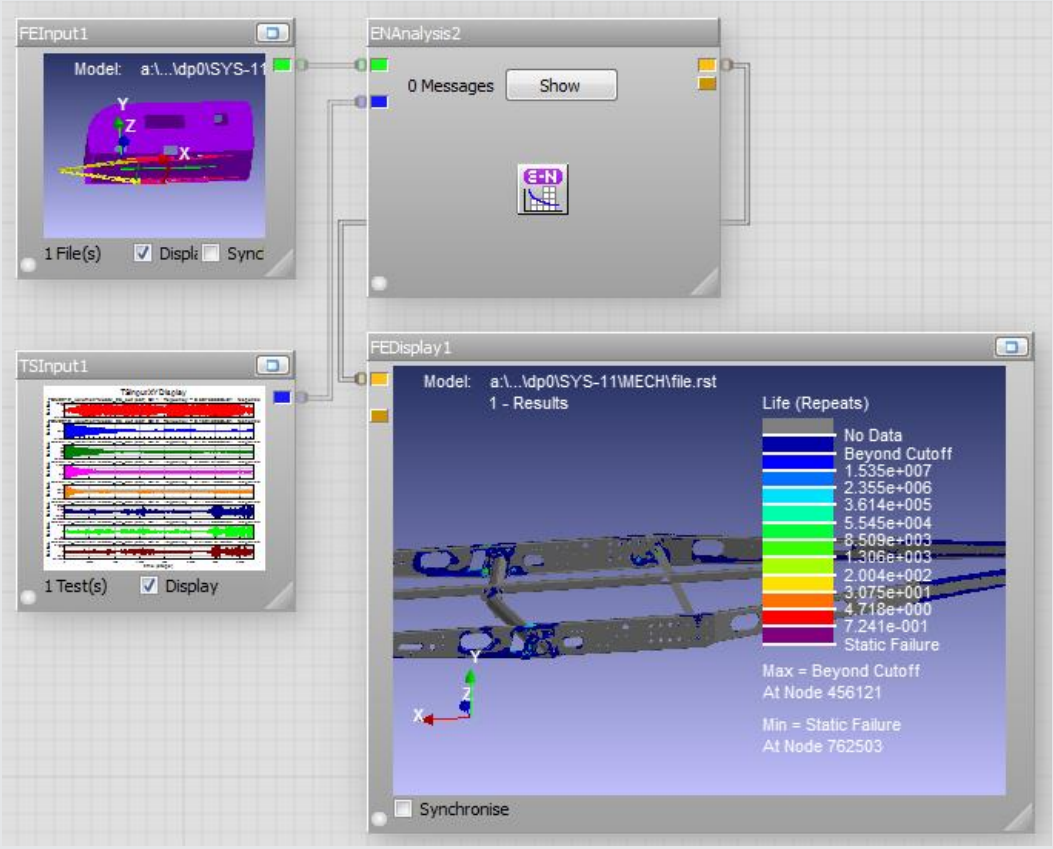


EN-Analyse wegen der geringen Anzahl von Lastwechseln

4. nCode Designlife

Dynamisch (modal transient)

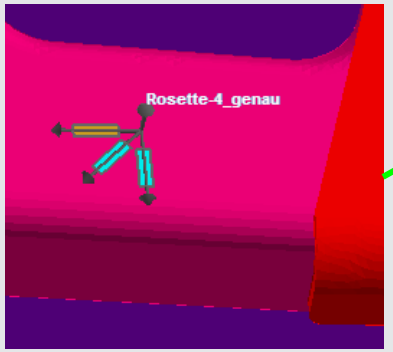


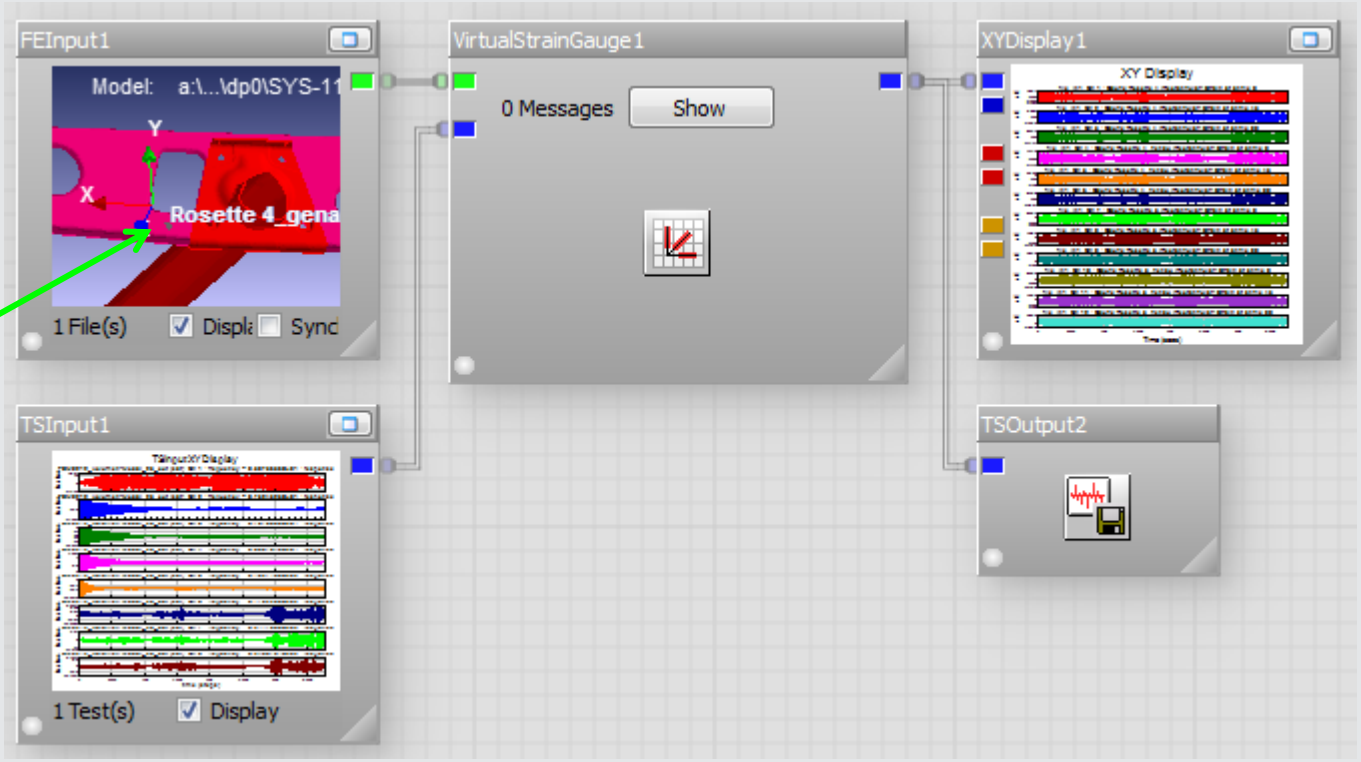


EN-Analyse wegen der geringen Anzahl von Lastwechseln

4. nCode Designlife

virtuelle DMS (Typ: rectangular; Steel-UTS-500)

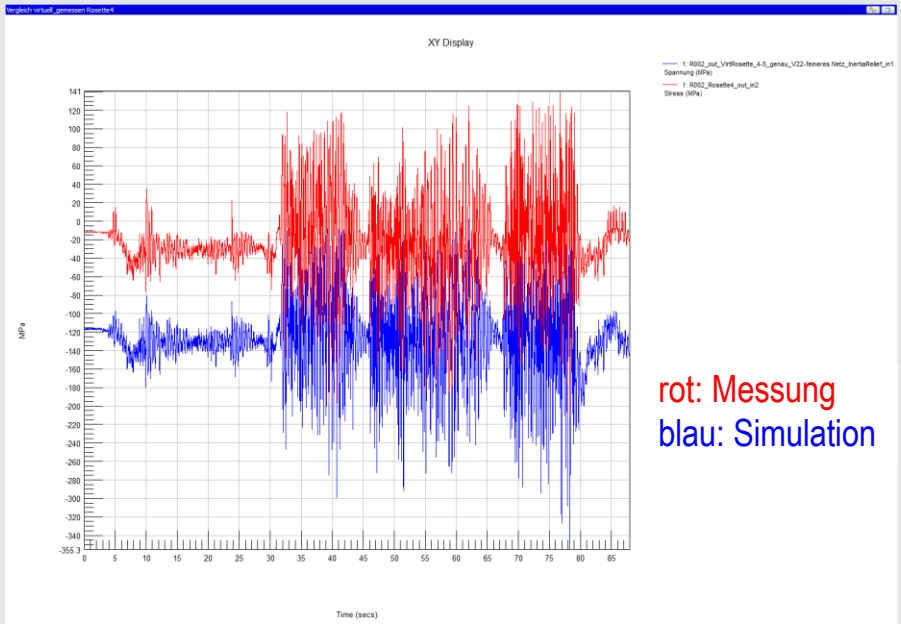




5. Vergleich quasistatische / dynamische Berechnung

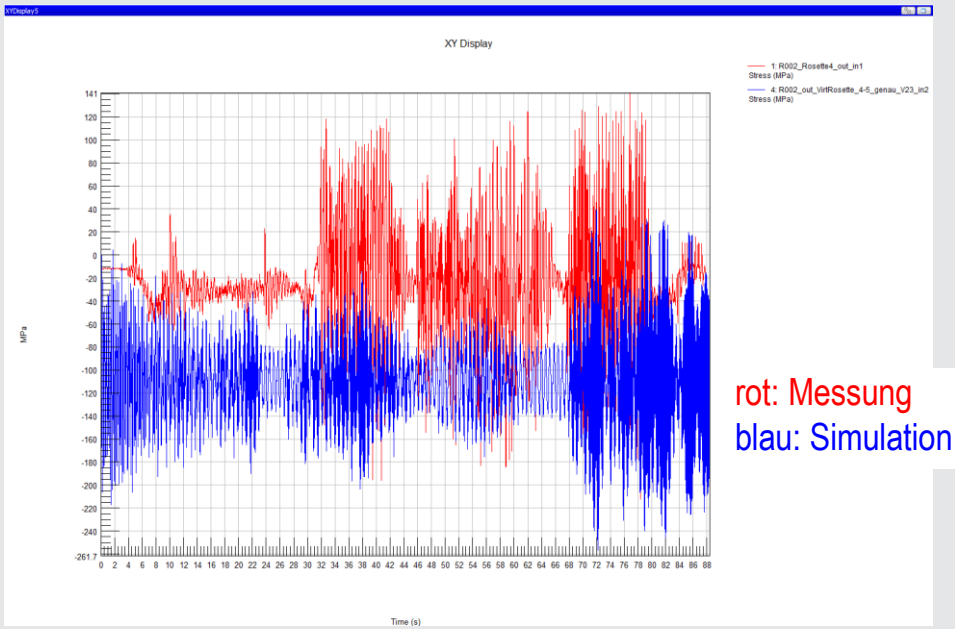
DMS-Belastung im Achsbereich (DMS#4) (Abs Max. Principal)

quasistatisch (Inertia Relief)



rot: Messung
blau: Simulation

dynamisch (modal transient)



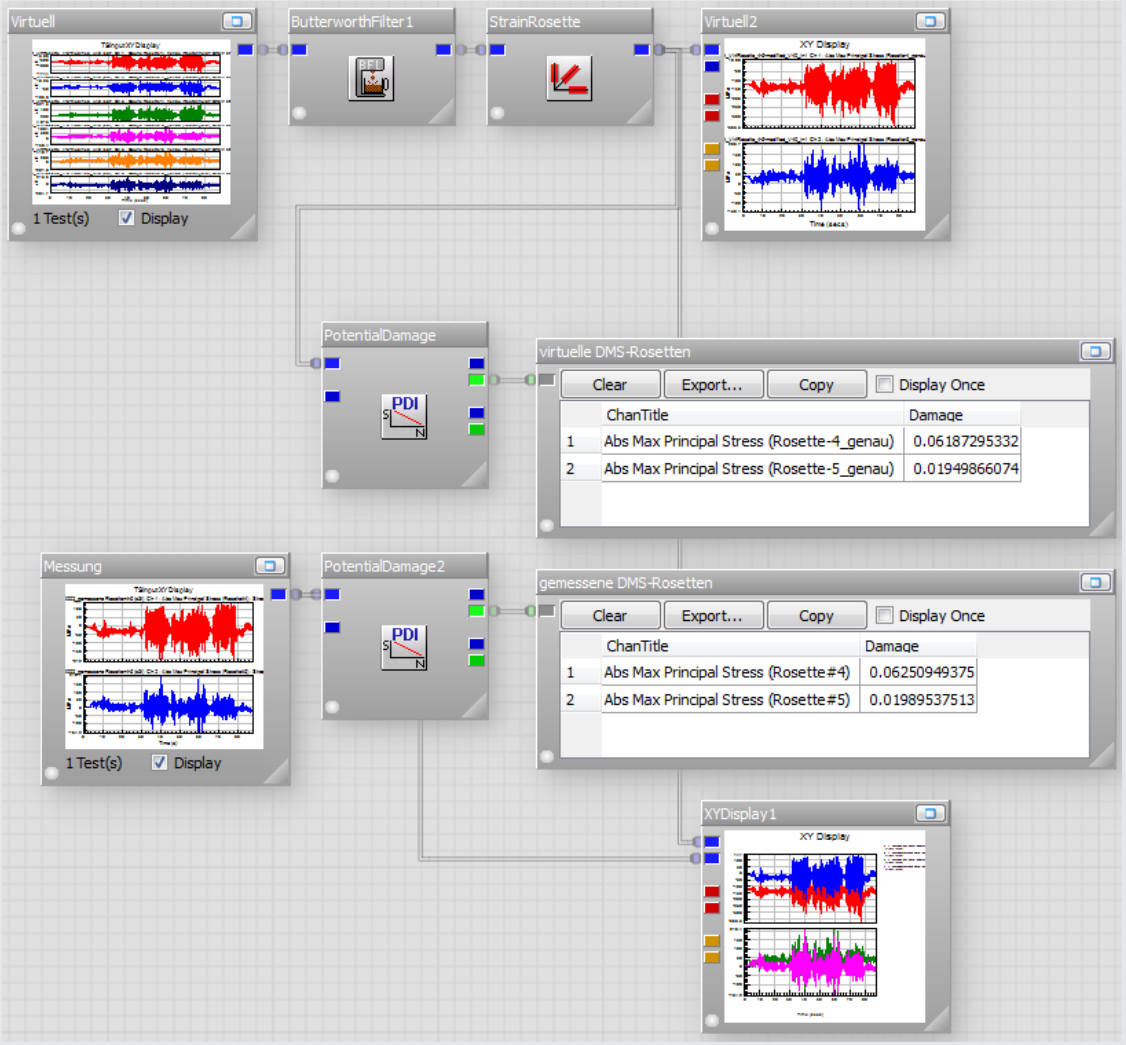
rot: Messung
blau: Simulation

Die quasistatische Analyse ist hier eindeutig der dynamischen zu bevorzugen aus folgenden Gründen:

- kein Dämpfungsmaß (Unsicherheit, nicht eindeutig bestimmbar!) notwendig
- absolute Übereinstimmung zw. Simulation und Messung (Schädigungszahl)
- Vergleichbarkeit der Zeitschriebe zw. Messung und Simulation
- plausibles Belastungsbild (auch an der Deichsel und der Rahmenverlängerung)

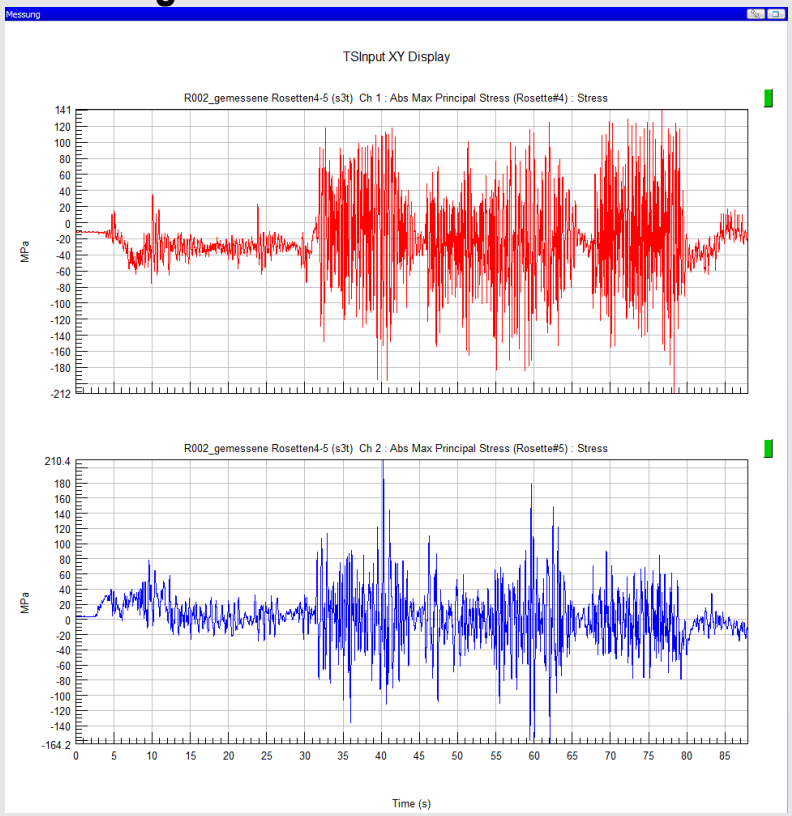
6. Abgleich Messung / Simulation

Chassis-DMS:
(= Kontroll-DMS)



6. Abgleich Messung / Simulation

Messung:

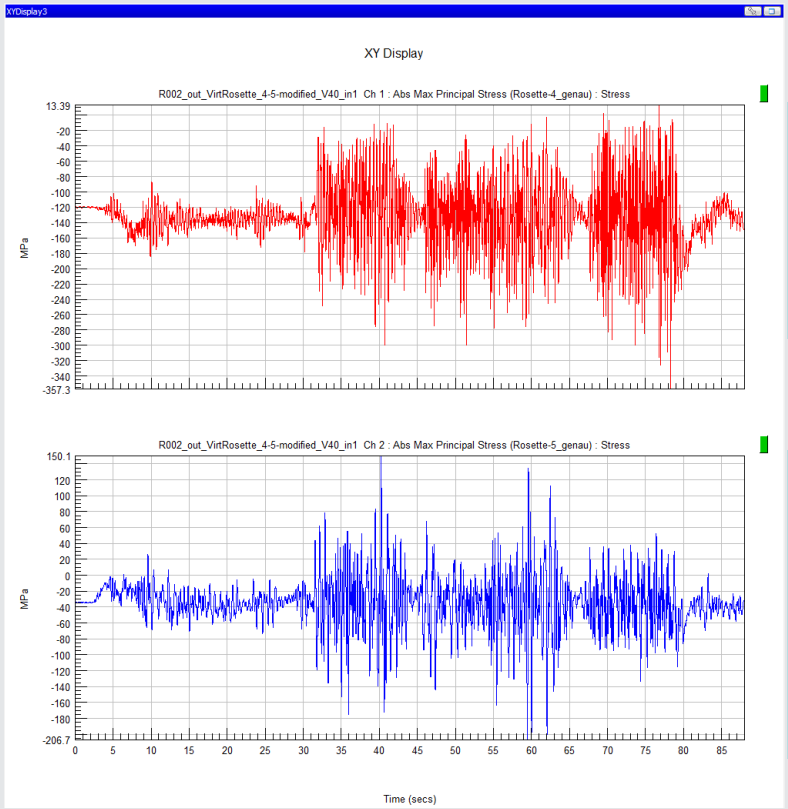


gemessene DMS-Rosetten

Clear | Export... | Copy | Display Once

	ChanTitle	Damage
1	Abs Max Principal Stress (Rosette#4)	0.06250949375
2	Abs Max Principal Stress (Rosette#5)	0.01989537513

virtuelle DMS:



virtuelle DMS-Rosetten

Clear | Export... | Copy | Display Once

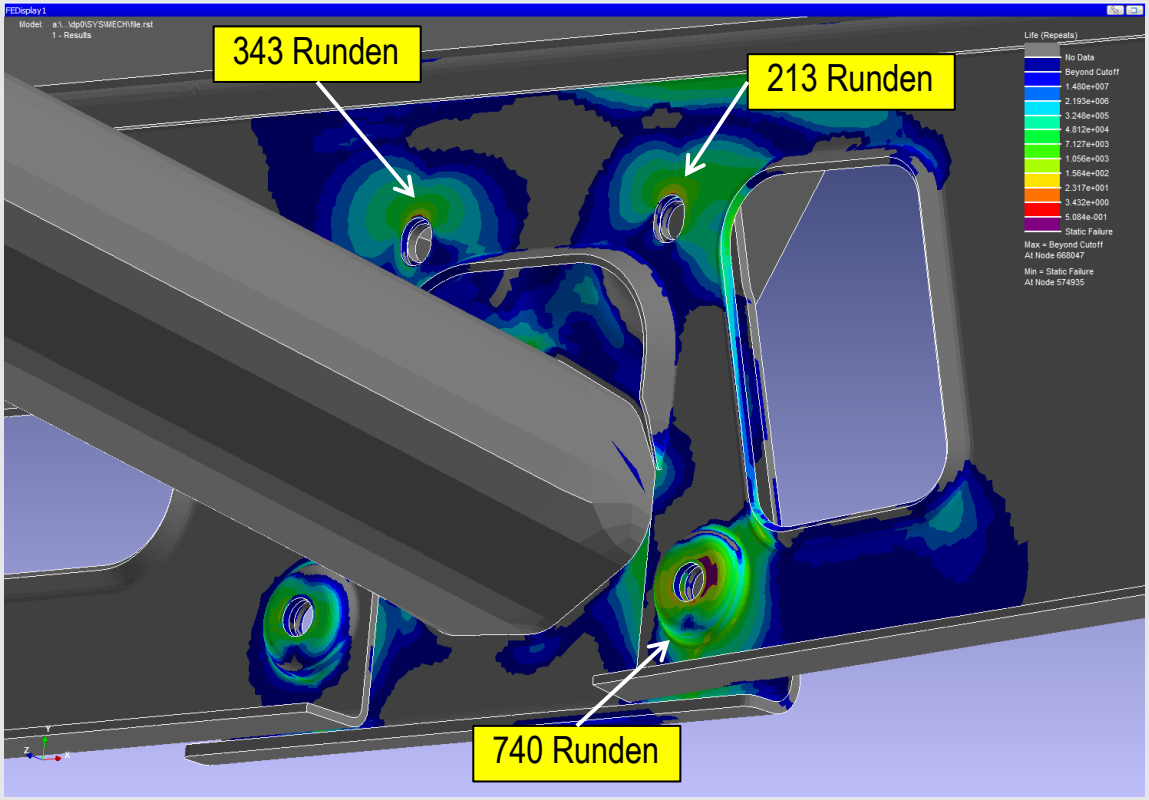
	ChanTitle	Damage
1	Abs Max Principal Stress (Rosette-4_genau)	0.06187295332
2	Abs Max Principal Stress (Rosette-5_genau)	0.01949866074

FAZIT: Der Achsbereich stimmt ohne jegliche Modifikation zu 100% mit der Messung überein.

FAZIT: Um die gemessene Deichselbelastung in der Simulation zu erreichen, mußte die Fz-Kraft der Messkugel um 25% erhöht werden.

6. Abgleich Messung / Simulation

Schädigungsbild Caravanchassis:
Life (Wiederholungen bzw. Runden auf der Teststrecke)



Testergebnis: nach 660 Runden
(Testbericht Nr. 8005)

→ **Gute Übereinstimmung zwischen Messung/Test und Simulation**

7. Zusammenfassung

- Aufbau eines linear-elastischen FEM-Modells
- Statische und dynamische Lastfälle
- Messung der äußeren Lasten incl. den Belastungen an Kontrollstellen
- Betriebsfestigkeitsanalyse in nCode
- Abgleich zw. Simulation und Test / Messung zeigte gute Übereinstimmung

→ Effiziente Möglichkeit Sensitivitätsuntersuchungen (Aufbausteifigkeit, Verbindung Chassis/Aufbau,…) durchzuführen

→ Ableitung von Komponententests auf dem Prüfstand